اثر بسترهای مختلف کشت و شوری بر رشد و عملکرد کلم بروکلی (*Brassica oleracea* var. italica) در سیستم کشت بدون خاک

حمیدرضا روستا[۱]، احمد استاجی[۱*]، هادی سالاری[۲] و محمدعلی وکیلی شهربابکی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۱۱)

چکیده

شوری مسئله بسیار جدی برای توسعه کشاورزی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، به شمار می‌رود. از طرف دیگر، مزایای متعدد کشت بدون خاک در این مناطق سبب گسترش استفاده از این سیستم‌ها شده است. در این پژوهش، به منظور بررسی اثر بسترهای مختلف کشت و تنش شوری بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد کلم بروکلی، آزمایشی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور بستر کشت (کوکوپیت، پرلایت، ماسه، ۲۵٪ کوکوپیت+ ۷۵٪ پرلایت، ۷۵٪ کوکوپیت+ ۲۵٪ پرلایت و ۵۰٪ پیت+ ۵۰٪ پومایس) و سه سطح شوری (صفر، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) با چهار تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که بستر کشت، سطوح مختلف شوری و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های مورفولوژیک، تعداد روز تا گل‌دهی، وزن تر و خشک برگ، غلظت عناصر غذایی و وزن سر داشت، به طوری که بیشترین مقادیر فاکتورهای ذکر شده در تیمار سطح شوری صفر و بستر کشت ۵۰٪ پیت+ ۵۰٪ پومایس به‌دست آمد. این بدان معنی است که بستر کاشت بر تأثیر شوری روی گیاهان مؤثر می‌باشد. سطوح زیاد شوری باعث کاهش رشد و عملکرد کلم بروکلی شده و این کاهش رشد با کاهش میزان کلروفیل و غلظت عناصر کلسیم، پتاسیم و آهن و افزایش غلظت سدیم و کلر در بافت برگ همراه بود. بهترین ترکیب بستر کشت، چه در شرایط شور و چه در شرایط غیر شور، ۵۰٪ پیت+ ۵۰٪ پومایس بود. اگرچه کلم بروکلی در بستر پرلایت رشد مناسبی نداشت، ولی باعث زودرسی آن شد. در این آزمایش، تیمار شوری علاوه بر کاهش وزن سر، کیفیت محصول کلم بروکلی را نیز کاهش داد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، بستر ۵۰٪ پیت+ ۵۰٪ پومایس مناسب‌ترین بستر برای تولید کلم بروکلی بود.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، بستر کشت، پومایس، پرلایت

مقدمه

شوری یک مسئله بسیار جدی برای کشاورزی تجاری، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، به‌شمار می‌رود (۴۴). تنش شوری مهمترین تنش غیرزنده است، چون علاوه بر کاهش محصول، باعث کاهش میزان آب قابل استفاده و محدودیت زمین‌های قابل کشت می‌گردد (۵۰). امروزه، به دلیل کمبود منابع آب مناسب، یا وجود منابع آب با کیفیت نامناسب (آب‌های شور)، مدیریت تولید سبزی‌ها تحت شرایط شوری مورد توجه بسیاری قرار گرفته است (۲۸)، به‌طوری که استفاده از آب‌های با کیفیت نامناسب در ساخت محلول غذایی باعث تجمع املاح مضر شده، که خود باعث تنش شوری در سیستم‌های کشت بدون خاک می‌گردد (۳۱).

گزارش‌های سازمان خواروبار جهانی نشان می‌دهد که در قرن حاضر، با توجه به رشد جمعیت و رفتارهای ناصحیح بشر

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

۲. گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد واحد جیرفت

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: estaji1366@gmail.com

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.3.13.6]

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.3.151]

در عرصه کشاورزی، منابع آب و خاک از جنبه‌های مختلف تخریب می‌شوند. با استناد به این گزارش‌ها لازم است تا با تغییر شیوه‌های کشت، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، بهره‌وری بیشتر از راهبردهای افزایش عملکرد از هر واحد حجم آب انجام شود. در این میان، پرورش گیاهان در بسترهای کشت به دلیل مزایای متعدد نظیر کنترل تغذیهٔ گیاه، کاهش بیماری‌ها و آفات و افزایش کمیت و کیفیت محصول نسبت به کشت خاکی در حال گسترش است.

خصوصیات مواد مختلف مورد استفاده به عنوان بستر کشت به طور مستقیم و غیر مستقیم بر رشد گیاه و تولید محصول اثر دارد (۴۹). بنابراین، یکی از مهمترین عوامل در ایجاد یک سیستم کشت بدون خاک، انتخاب بستر کشت مناسب می‌باشد (۳۶).

کوکوپیت یک ترکیب حاصل از فرایندسازی پوستهٔ میوهٔ نارگیل می‌باشد که از نسبت‌های مساوی لیگنین و سلولز تشکیل شده است (۴۳). الیاف نارگیل به دلیل دارا بودن ذراتی با اندازه کوچک، بیشترین قدرت نگهداری آب را دارد که به‌طور طبیعی مقدار زیادی آب به خود جذب می‌کند (۳۴). همچنین، کوکوپیت دارای ظرفیت تبادل کاتیونی زیادی می‌باشد (۳۰).

پرلایت نوعی سنگ سیلیکات سفید خاکستری آلومینیوم با منشأ آتشفشانی است که در اثر خرد شدن و دمای زیاد، آب آن بخار شده و ذرات سفید با حفره‌های مسدود ایجاد می‌شود (۶). پرلایت دارای ویژگی‌هایی چون ظرفیت تبادل کاتیونی ناچیز و pHخنثی می‌باشد که آب به آن چسبیده، اما در آن نفوذ نکرده و ۳ تا ۴ برابر وزن خود آب جذب می‌کند (۴).

پومایس دارای وزن کم با منشأ آتشفشانی می‌باشد که ظرفیت نگهداری آب آن زیادبوده و علاوه بر استریل بودن، در توزیع مواد غذایی در بستر کشت نقش زیادی دارد (۲۸).

کلم بروکلی یکی از سبزی‌های ارزشمند و سرشار از ویتامین می‌باشد که بر اساس آمار وزارت کشاورزی آمریکا، ایران از نظر میزان عملکرد در واحد سطح در جایگاه نسبتاً خوبی قرار دارد، که خود نشان دهنده آن است که شرایط آب و هوایی مطلوبی برای کشت این محصول در ایران وجود دارد. بنابراین، لازم است تدابیری برای معرفی هرچه بهتر این محصول و در پی آن افزایش تقاضا و مصرف آن اندیشیده شود (۴۷).

رشد مناسب در شرایط کشت بدون خاک نیاز به حفظ تعادل تغذیه‌ای در مراحل مختلف رشد رویشی دارد، به طوری که کمبود عناصری مثل پتاسیم و منیزیم در این محیط، بخصوص زمانی که غلظت این دو عنصر در محلول غذایی کم باشد، بسیار رایج است (۷). صابری (۸) نشان داد که جذب عناصر پتاسیم و منیزیم در بستر کشت کوکوپیت افزایش یافت. پرز- مورسیا و همکاران (۳۸) نشان دادند که بیشترین عملکرد بروکلی در محیط کشت ۷۰٪ پیت +۳۰٪ کمپوست به‌دست آمد. همچنین، آنها اظهار داشتند که EC و تجمع عناصر سمی فاکتورهای محدود کننده در جذب عناصر غذایی از بستر کشت می‌باشند. استفاده از بسترهای مختلف کشت سبب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در فعالیت فتوسنتزی و مقدار کلروفیل گیاه رز طی مراحل رشد گردید (۴۱).

ساتو و همکاران (۴۲) نشان دادندحضور کلرید سدیم در محلول غذایی در کشت بدون خاک، بر طعم و ترکیبات شیمیایی میوه گوجه‌فرنگی تأثیر دارد و باعث افزایش طعم شیرینی، اسیدیته و خوشمزگی میوه گوجه‌فرنگی می‌شود (۴۲). وزن خشک، وزن تر، غلظت عناصر، بافت برگ و عملکرد میوه توت‌فرنگی تحت تأثیر شوری و بسترهای مختلف کشت قرار گرفت، به طوری که با افزایش شوری، عملکرد کاهش یافت و بسترهای مختلف تا حدودی اثر شوری را بهبود دادند (۴۰). میزان رشد و عملکرد گل‌های همیشه‌بهار، کلم، گل‌آویز، گل حنا و ژربرا در بستر کوکوپیت بهتر از پیت بود (۱۸؛ ۱۷). لوپز- برنگر و همکاران (۲۶) نشان دادند که بیشترین تجمع نیترات، فسفات و سولفات در برگ‌ها و ریشه‌های کلم بروکلی در غلظت ۴۰-۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بود و گیاهان رشد طبیعی داشتند. اما در غلظت‌های بیشتر (۶۰-۱۰۰۰ میلی‌مولار) دچار ناهنجاری شدند و شوری از آستانه مقاومت گیاهان تجاوز کرد.

با توجه به گسترش روز افزون کشت‌های گلخانه‌ای و استفاده از بسترهای کشت در گلخانه‌ها از یک طرف، و کاهش

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.3.13.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.3.151]

جدول ۱. مقادیر غلظت عناصر در محلول هوگلند

نوع محلول ذخیره	ترکیب شیمیایی	غلظت محلول ذخیره	حجم محلول ذخیره در لیتر محلول نهایی
I.	KH_2PO_4	۱ مولار	۵ میلی‌لیتر در لیتر
	KNO_3	۱ مولار	
II.	$MgSO_4.7H_2O$	۱ مولار	۲ میلی‌لیتر در لیتر
III.	$Ca(NO_3)_2.4H_20$	۱ مولار	۵ میلی‌لیتر در لیتر
IV.	H_3BO_3	۲/۹ گرم در لیتر	۱ میلی‌لیتر در لیتر
	$ZnSO_4$	۰/۲۲ گرم در لیتر	
	$MnSO_4$	۱/۸۱ گرم در لیتر	
	$CuSO_4$	۰/۰۵۱ گرم در لیتر	
	H_2MoO_4	۰/۲ گرم در لیتر	
V.	Fe-EDDHA	۵ گرم در لیتر	۲ میلی‌لیتر در لیتر

منابع آب مناسب از طرف دیگر، این پژوهش با هدف مطالعهٔ اثر نوع بستر کشت و شوری بر رشد و عملکرد کلم بروکلی در سیستم کشت بدون خاک و تعیین بهترین بستر صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح فاکتوریل با دو فاکتور بستر کشت (کوکوپیت، پرلایت، ماسه، ۲۵٪ کوکوپیت+ ۷۵٪ پرلایت، ۷۵٪ کوکوپیت+ ۲۵٪ پرلایت و ۵۰٪ پیت+ ۵۰٪ پومایس) و سطوح مختلف شوری (صفر، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) در چهار تکرار و تعداد سه بوته گیاه کلم بروکلی رقم ساکورا (*Brassica oleracea* var italica cv. Sacora) در سه تکرار در گلخانه‌ای با رطوبت ۶۰٪ و دمای روزانه ۳±۲۴ و دمای شبانه ۳±۲۰ درجه سلسیوس، واقع در ساردوئیه از توابع شهرستان جیرفت، اجرا گردید. هنگام کاشت، ابتدا بذرهای کلم بروکلی به منظور تسریع در جوانه‌زنی خیسانده شدند و برای تولید نشا در سینی کشت حاوی کوکوپیت کشت گردیدند. نشاها پس از یک ماه (مرحله دو برگی) به گلدان‌های ۸ لیتری حاوی بستر کشت مورد نظر انتقال داده شدند. گلدان‌ها هر روز در سه نوبت (ساعات ۶، ۱۲ و ۱۹) به مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر با محلول هوگلند (جدول ۱) تغذیه شدند (۲).

به منظور اعمال تنش شوری، ۲۰ روز بعد از انتقال نشاها، از طریق قطره‌چکان‌هایی که روی هر گلدان قرار داده شده بود، بر اساس تیمار مورد نظر، به سه منبع ۲۰ لیتری آب با غلظت‌های مختلف شوری (صفر، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در هر لیتر) متصل شد و همراه با محلول غذایی استفاده گردید. برای این منظور، ابتدا مواد غذایی به اندازه مساوی به هر سه منبع اضافه شد. سپس، بر اساس تیمار، مقدار کلرید سدیم به هر منبع اضافه گردید و در نهایت با آب دو بار تقطیر شده هر منبع به حجم نهایی رسید. زمان شروع آبیاری و مدت زمان آبیاری برای تمام گلدان‌ها یکسان بود. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای کشت (جدول ۲) با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد (۴۸).

پس از یک دوره رشد، شاخص‌هایی نظیر تعداد برگ سبز و زرد، قطر ساقه، تعداد روز تا گل‌دهی، وزن تر و خشک برگ، غلظت عناصر غذایی و وزن سر اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری قطر ساقه، زمانی که سر کلم تشکیل شد از کولیس استفاده گردید. همچنین، وزن تر و خشک سه روز بعد از تشکیل سر و وزن سر در زمان برداشت با استفاده از ترازوی دقیق اندازه‌گیری گردید. مقدار نسبی شاخص سبزینگی برگ توسعه یافته به صورت غیر مستقیم و بدون ایجاد تخریب در بافت برگ، با استفاده از دستگاه SPAD یا کلروفیل‌متر تعیین شد (۸).

برای اندازه‌گیری غلظت عناصر در گیاه، ابتدا یک گرم از

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.3.13.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.3.151]

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بسترهای مختلف کشت مورد استفاده

بستر	تخلخل کل (٪)	اسیدیته	ظرفیت تبادل کاتیونی (cmol/kg)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)
کوکوپیت	۷۱	۶/۲	۷۵	۱/۱
کوکوپیت ۲۵٪ + پرلایت ۷۵٪	۶۹	۶/۹	۵۵	۰/۵۵
کوکوپیت ۷۵٪ + پرلایت ۲۵٪	۷۳	۶/۶	۶۴	۰/۷۴
پرلایت	۵۲	۷/۲۵	۰	۰/۱۲
پیت ۵۰٪ + پومایس ۵۰٪	۶۵	۶/۱	۷۴	۱/۱
ماسه	۴۰	۶/۹۱	۷۵	۰/۵۵

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح محتلف شوری و بستر کشت بر خصوصیات مورفولوژیک و شاخص سبزینگی گیاه کلم بروکلی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		تعدا برگ سبز	قطر ساقه	تعداد روز تا گل‌دهی	کلروفیل
بستر کشت	۵	۴۰۶/۹۵**	۰/۲۹**	۳۲۲/۷**	۳۴۸/۶**
شوری	۲	۹۲۳۱/۹۶**	۲/۹۵**	۱۳۸۸/۷۲**	۹۹۶۷/۱۸**
بستر × شوری	۱۰	۱۵/۱۵*	۰/۱۴**	۱۲۵/۵۲**	۹۴/۶۱**
خطا		۵/۴۴	۰/۰۰۵	۲/۲۹	۴/۵۸
ضریب تغییرات		۵/۳۷	۲/۵۳	۱/۸	۴/۴۴

**و *به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪

بافت برگ‌های بالغ خشک شده که در مرحله تشکیل سر برداشت شده بود با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ توزین و در کروزه چینی تمیز خشک ریخته شد. سپس به مدت ۶ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. به خاکستر به‌دست آمده، ۱۰ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک ۲ نرمال اضافه و روی هات پلیت با دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. بعد از این که رنگ آن به زرد لیمویی تغییر نمود آن را از کاغذ صافی عبور داده و حجم عصاره‌ی حاصل با آب مقطر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. میزان غلظت عناصر پتاسیم و سدیم با استفاده از شعله‌سنج و کلسیم، کلر و آهن در گیاه با استفاده از دستگاه طیف سنج جذب اتمی اندازه‌گیری شد (۸). آنالیز داده‌های آماری حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت (۸) و میانگین‌های تیمارها در سطح احتمال ۱٪ با آزمون توکی مقایسه گردید.

نتایج و بحث

خصوصیات مورفولوژیک

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر بسترهای مختلف کشت، سطوح مختلف شوری و اثر متقابل آنها در سطح احتمال ۱٪ روی شاخص‌های تعداد برگ، قطر ساقه و تعداد روز تا گل‌دهی معنی‌دار می‌باشد. مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که بیشترین تعداد برگ (۸۴/۶۷) و قطر ساقه (۳/۹ سانتی‌متر) در بستر کشت ۵۰٪ پومایس+ ۵۰٪ پیت و سطح شوری صفر به‌دست آمد. کمترین تعداد برگ (۱۹/۶۷) و قطر ساقه (۲/۲۴ سانتی‌متر) در بستر کشت پرلایت و سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار به‌دست آمد (جدول ۴).

به طور کلی، تنش شوری به دلیل افزایش غلظت املاح در ناحیه ریزوسفر، عدم تعادل یونی و سمیت یونی سبب کاهش پتانسیل آب این ناحیه شده و به دنبال آن جذب آب توسط گیاه

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.3.13.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.3.151]

جدول ۴. برهمکنش اثر سطوح مختلف شوری و بستر کشت بر خصوصیات مورفولوژیک و شاخص سبزینگی گیاه کلم بروکلی

بستر کشت	شوری (میلی‌مولار)	تعداد برگ سبز	قطر ساقه (سانتی‌متر)	تعداد روز تا گل‌دهی	شاخص سبزینگی
کوکوپیت	۰	۶۲/۶۷ b	۳/۰۲bc	۷۵/۳۳ac	۶۵/۰۳bc
کوکوپیت ۲۵٪+پرلایت ۷۵٪	۰	۷۰/۰۰ b	۳/۰۷b	۷۷/۳۳gh	۸۰/۸۷ab
کوکوپیت ۷۵٪+پرلایت ۲۵٪	۰	۷۰/۶۷ b	۳/۰۸b	۷۷/۳۳gh	۸۳/۴۰a
پرلایت	۰	۶۱/۳۳ b	۳/۰۳bc	۷۱/۶۷dc	۵۹/۸۲cde
پیت ۵۰٪+پومایس ۵۰٪	۰	۸۴/۶۷a	۳/۹۰a	۸۴/۰۰def	۸۵/۹۷a
ماسه	۰	۶۵/۳۳ b	۲/۹۹bc	۹۸/۹۱j	۶۱/۸۶cd
کوکوپیت	۱۰۰	۳۴/۳۳def	۲/۸۶bcd	۸۱/۰۰fj	۴۵/۱۵e-h
کوکوپیت ۲۵٪+پرلایت ۷۵٪	۱۰۰	۳۷/۶۷ cd	۲/۷۸cde	۸۲/۰۰ef	۴۷/۷۹f-i
کوکوپیت ۷۵٪+پرلایت ۲۵٪	۱۰۰	۳۵/۰۰ de	۲/۷۷cde	۸۴/۶۷def	۴۶/۱۲efg
پرلایت	۱۰۰	۲۵/۶۷e-h	۲/۶۷ed	۶۷/۷۶gh	۳۶/۵۶g-j
پیت ۵۰٪+پومایس ۵۰٪	۱۰۰	۴۵/۰۰c	۲/۹۸bc	۹۲/۰۰c	۵۴/۶۵c-f
ماسه	۱۰۰	۳۱/۳۳d-g	۲/۶۸ed	۷۷/۳۳gh	۴۵/۳۹e-h
کوکوپیت	۱۵۰	۲۵/۰۰ fgh	۲/۵۳ef	۹۱/۳۳c	۲۴/۹۴ij
کوکوپیت ۲۵٪+پرلایت ۷۵٪	۱۵۰	۲۹/۰۰ d-g	۲/۷۲cde	۹۱/۶۷c	۳۳/۱۶h-h
کوکوپیت ۷۵٪+پرلایت ۲۵٪	۱۵۰	۲۶/۶۶d-h	۲/۱۷g	۹۶/۶۶b	۲۵/۸۲ij
پرلایت	۱۵۰	۱۹/۶۷h	۲/۲۴g	۸۶/۳۳ed	۲۲/۰۹j
پیت ۵۰٪+پومایس ۵۰٪	۱۵۰	۳۵/۶۷cd	۲/۳۶fg	۱۰۸/۰۰a	۲۹/۲۷hij
ماسه	۱۵۰	۲۲/۰۰ gh	۲/۲۱g	۸۸/۰۰cd	۲۷/۰۷ij

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون توکی در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند

.

کم و در نهایت رشد گیاه به دلیل کاهش تعداد برگ و سطح برگ، کم یا متوقف می‌گردد (۳۲). لذا استفاده از بستر مناسب کشت می‌تواند تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر رشد گیاه تحت شرایط تنش داشته باشد. بر این اساس، بسترهای کشتی که ظرفیت تبادل کاتیونی زیادی دارند پخشیدگی مواد غذایی را تسهیل و مدیریت آب را در کشت بدون خاک بهبود می‌بخشد. همچنین، استفاده از بستر کشتی که هدایت الکتریکی کمتری داشته باشد نیز در کاهش اثر شوری مطلوب است (۱۴). طبق نتایج آزمایش، اختلاف معنی‌داری در صفات رویشی در بسترهای مختلف کشت به‌دست آمد که این نتایج با نتایج آرناس و همکاران (۱۲) روی گوجه‌فرنگی، نوری و همکاران (۳۵) روی خیار و پرز مورسیا و همکاران (۳۸) روی کلم مطابقت دارد. دلیل گل‌دهی زود هنگام گیاهان در بستر پرلایت احتمالاً به خاطر ظرفیت تبادل کاتیونی کم و توانایی بسیار کم در حفظ و نگهداری آب این بستر است. این امر سبب افزایش نوسانات دمایی در محیط ریزوسفر می‌گردد و سبب تسریع در گل‌دهی می‌شود (۹).

شاخص سبزینگی و رنگدانه‌های گیاهی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر این مطلب می‌باشد که اثر بستر کشت، کلرید سدیم و برهمکنش آنها بر شاخص سبزینگی برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۳)، به طوری که مقایسه میانگین بین تیمارها نشان می‌دهد که بیشترین (۸۵/۹۷) و کمترین (۲۲/۰۹) شاخص سبزینگی به ترتیب در تیمارهای ۵۰ ٪ پومایس+ ۵۰٪ پیت و سطح شوری صفر کلرید سدیم، و بستر پرلایت و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده گردید (جدول ۴).

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.3.13.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.3.151]

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح محتلف شوری و بستر کشت بر وزن تر و خشک و وزن سر گیاه کلم بروکلی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		وزن تر	وزن خشک	وزن سر
بستر کشت	۵	۷۰۸۲/۸۱**	۹۸۵/۹۵**	۶۷۶۶/۲۵**
شوری	۲	۱۰۱۲۴/۳۶**	۱۳۱۶/۱۶**	۱۰۶۴۱۸/۳۹**
بستر × شوری	۱۰	۸۰۲/۰۹*	۷۸/۹۳**	۲۰۱۸/۱۱**
خطا		۸/۴۵	۹/۳۲	۱۷۷/۰۷
ضریب تغییرات (٪)		۲/۳۸	۸/۹۸	۱۰/۷۸

**و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪

یکی از اثرهای مهم شوری بر گیاه، پیری برگ می‌باشد، که عامل مهم در این میان کاهش میزان کلروفیل تحت تنش شوری است. کاهش غلظت کلروفیل از عوامل مهم تأثیرگذار بر میزان ظرفیت فتوسنتزی گیاه به شمار می‌رود. با افزایش درجه شوری، کارایی برگ‌ها در انجام فتوسنتز ضعیف‌تر شده و صدمات تنش افزایش می‌یابد (۳۹). در آزمایشی، شوری سبب کاهش میزان کلروفیل برگ گیاه باقلا شد (۱۰). موازی و همکاران (۳۳) نیز کاهش معنی‌دار مقدار کلروفیل را در گیاه کلم، با افزایش شوری گزارش نمودند. به نظر می‌رسد که دلیل کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش شوری، افزایش تخریب این رنگیزه‌ها و یا کاهش ساخت آنها و نیز اختلال در فعالیت آنزیم‌های مسئول سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی باشد. کاهش در پروتئین‌های غشایی خاص در شرایط تنش شوری، افزایش در فعالیت آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز را از عوامل مؤثر در کاهش کلروفیل در شرایط تنش شوری ذکر کرده‌اند. همچنین، کاهش سبزینگی برگ ممکن است تا حدودی به خاطر کاهش جریان نیتروژن به بافت‌ها و تغییر در فعالیت آنزیم‌هایی مثل نیترات ریداکتاز باشد (۱۶). بستر کشت به صورت غیر مستقیم نیز می‌تواند بر مقدار کلروفیل اثر داشته باشد و اثرهای تنش شوری را بر مقدار کلروفیل کاهش دهد. به نظر می‌رسد بستری که ظرفیت بیشتری برای نگهداری آب حاوی مواد غذایی داشته باشد، با فراهم کردن آب و مواد غذایی تحت شرایط تنش، شرایط رشد بهتری برای گیاه ایجاد می‌کند. لذا، شرایط تنش، مورفولوژی برگ را تحت تأثیر قرار داده که به نوبه‌ی خود کلروفیل برگ را متأثر کرده و با افزایش تنش، شاخص کلروفیل برگ کاهش می‌یابد (۱۱).

وزن تر و خشک گیاه و وزن سر

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در ارتباط با وزن تر، وزن خشک و وزن سر، اثر بستر کشت و سطوح مختلف شوری و اثر متقابل آنها در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۵). نتایج برهمکنش سطوح مختلف شوری و بستر کشت بر وزن تر، وزن خشک و وزن سر در جدول ۶ ارائه شده است. با توجه به این جدول مشخص شد که در بین گیاهان شاهد، گیاهان رشد یافته در بستر ۵۰٪ پیت + ۵۰٪ پومایس و پرلایت به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن تر، وزن خشک و وزن سر را داشتند. با افزایش غلظت کلرید سدیم، وزن تر، وزن خشک و وزن سر گیاهان به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت، که بیشترین کاهش در بستر پرلایت مشاهده گردید.

غلام و فارس (۲۰) بیان کردند که شوری باعث کاهش وزن تر و خشک ریشه و ساقه در چغندر لبویی شده است. مشابه این نتایج، در برخی ارقام گلرنگ نیز گزارش شده است (۲۴). این امر احتمالاً به خاطر اثر تنش شوری بر مقدار جذب آب و مواد غذایی و در نهایت بسته شدن روزنه‌ها و از طرف دیگر به خاطر کاهش فعالیت‌های آنزیم‌های دخیل در فرایند فتوسنتز، کاهش سبزینگی گیاه و دریافت نور می‌باشد که رشد گیاه کاهش یافته و تجمع کربوهیدرات در گیاه کم شده است. فرانسوا (۱۹) به این نتیجه رسید که با افزایش شوری، عملکرد و اجزای عملکرد کانولا به طور معنی‌داری کاهش می‌یابند.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.3.13.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.3.151]

جدول ۶. برهمکنش اثر سطوح مختلف شوری و بستر کشت بر وزن تر، وزن خشک و وزن سر گیاه کلم بروکلی

بستر کشت	شوری (میلی‌مولار)	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	وزن سر (گرم)
کوکوپیت	۰	۱۱۷/۵۳ef	۴۲/۳۵cd	۱۹۰/۸۱ab
کوکوپیت ۲۵٪+پرلایت ۷۵٪	۰	۱۵۳/۲۷bc	۴۵/۷۴bc	۱۸۶/۳۱abc
کوکوپیت ۷۵٪+پرلایت ۲۵٪	۰	۱۵۳/۶۷b	۴۹/۶۷b	۲۱۸/۴۱ab
پرلایت	۰	۱۱۳/۲۲efg	۲۵/۶۲hi	۱۴۶/۴۵b-f
پیت ۵۰٪+ پومایس ۵۰٪	۰	۲۲۸/۲۲a	۶۸/۸۰a	۲۴۸/۳۵a
ماسه	۰	۱۱۶/۸۹ef	۲۷/۸۷hg	۱۹۰/۱۷ab
کوکوپیت	۱۰۰	۱۰۹/۱۶gh	۳۱/۵۴fg	۸۷/۳۳efg
کوکوپیت ۲۵٪+پرلایت ۷۵٪	۱۰۰	۱۳۶/۳cd	۳۹/۰۷de	۱۶۸/۰۶a-e
کوکوپیت ۷۵٪+پرلایت ۲۵٪	۱۰۰	۱۳۶/۳۱cd	۴۰/۰۳de	۱۶۴/۲۸a-e
پرلایت	۱۰۰	۹۳/۱۵h	۱۹/۷۵j	۸۳/۷۰efg
پیت ۵۰٪+ پومایس ۵۰٪	۱۰۰	۱۴۵/۰۱bc	۴۳/۸۷cd	۱۸۳/۵۲a-d
ماسه	۱۰۰	۹۷/۰۷gh	۲۲/۶۳ij	۱۹۵/۴۱c-g
کوکوپیت	۱۵۰	۹۵/۲۶h	۲۷/۶۲gh	۲۸/۶۶g
کوکوپیت ۲۵٪+پرلایت ۷۵٪	۱۵۰	۱۱۶/۱۷ef	۲۵/۰۳hi	۹۱/۳۱d-g
کوکوپیت ۷۵٪+پرلایت ۲۵٪	۱۵۰	۱۱۵/۸۹ef	۲۸/۸۴gh	۵۶/۷۸fg
پرلایت	۱۵۰	۷۳/۴۱i	۱۷/۹۲j	۲۴/۷۶g
پیت ۵۰٪+ پومایس ۵۰٪	۱۵۰	۱۲۳/۵۳def	۳۵/۱۹ef	۶۶/۷۳fg
ماسه	۱۵۰	۷۵/۴۵i	۱۹/۹۸j	۳۱/۵g

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون توکی در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

همچنین، شوری با تأثیر بر رشد رویشی و زایشی گیاه، موجب کاهش عملکرد دانه در اسفناج شد (۲۵). محققین دیگری نظیر اشرف و مک نیلی (۱۳) نیز کاهش عملکرد را در خانواده براسیکا در شرایط شور گزارش داده‌اند.

به طور کلی، در بسترهایی که عناصر و آب قابل دسترس گیاه را تأمین می‌کنند، رشد گیاه بهتر شده و بر عملکرد و وزن خشک و تر گیاه نیز اثر مثبت می‌گذارند. در تحقیقی مشاهده شد که رشد گیاهان دراسنا در بسترهایی که دارای غلظت بیشتر مواد غذایی، به‌ویژه نیتروژن، بودند بهتر بود و در نهایت وزن خشک و تر آنها نیز افزایش یافت (۳). پادم و آلن (۳۷) در پژوهش خود روی گیاه توت‌فرنگی مشاهده کردند که مخلوط خرده چوب و پرلایت موجب کاهش وزن تر بوته گردید. همچنین، بسترهای کشتی که دارای ظرفیت تبادل کاتیونی زیادی هستند سبب جذب بهتر عناصر غذایی تحت شرایط تنش می‌شوند و در نهایت روی وزن خشک و عملکرد اثر مثبت می‌گذارند (۱۸).

غلظت عناصر غذایی گیاه

تجزیه واریانس غلظت عناصر (پتاسیم، کلسیم، آهن، سدیم و کلر) در سطح احتمال ۱٪ حاکی از آن است که بین تیمارهای بستر کشت و شوری و اثر متقابل آنها اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۷)، به طوری که بیشترین غلظت پتاسیم (۵٪ وزن خشک)، کلسیم (۱/۳۵ درصد وزن خشک) و آهن (۱۹۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمارهای ۵۰٪ پومایس+ ۵۰٪ پیت و شاهد و کمترین غلظت پتاسیم (۲/۳۴ درصد وزن خشک)، کلسیم (۰/۶۴ درصد وزن خشک) و آهن (۷۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار پرلایت و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.3.13.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.3.151]

جدول ۷. نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح محتلف شوری و بستر کشت بر غلظت عناصر بافت برگ گیاه کلم بروکلی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		پتاسیم	کلسیم	آهن	سدیم	کلر
بستر کشت	۵	۴/۹۳**	۰/۳۱**	۰/۳۳**	۶/۳۷**	۳/۱۴**
شوری	۲	۲/۹۸**	۰/۲۸**	۱/۳۳**	۱۸/۳۵**	۳/۳۳**
بستر × شوری	۱۰	۰/۰۳*	۰/۰۰۷**	۰/۰۷**	۲/۶۸**	۰/۰۷**
خطا		۰/۰۱۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۱۵	۰/۲۶
ضریب تغییرات (٪)		۳/۲۹	۲/۸۱	۲/۱۶	۳/۱۳	۳/۵۲

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪

جدول ۸. برهمکنش اثر سطوح مختلف شوری و بستر کشت بر غلظت عناصر گیاه کلم بروکلی

بستر کشت	شوری (میلی‌مولار)	پتاسیم (درصد وزن خشک)	کلسیم (درصد وزن خشک)	آهن (mg/kg)	سدیم (درصد وزن خشک)	کلر (mg/100g)
کوکوپیت	۰	۳/۱۲i	۰/۹۸f	۱۰۳h	۱/۵۷i	۱/۳۱n
کوکوپیت۲۵٪+پرلایت۷۵٪	۰	۳/۸۸e	۱/۱۵d	۱۳۵c	۱/۳۵j	۲/۳۹h
کوکوپیت۷۵٪+پرلایت۲۵٪	۰	۴/۱۶c	۱/۱۹c	۱۲۹d	۱/۱۹k	۲/۰۴k
پرلایت	۰	۳/۰۱j	۰/۸۳ij	۱۰۳h	۱/۶۲hi	۲/۵۶g
پیت۵۰٪+ پومایس۵۰٪	۰	۵/۰۱a	۱/۳۵a	۱۹۳a	۰/۹۲l	۰/۹۸o
ماسه	۰	۳/۲۸h	۰/۸۶hi	۱۵۲b	۰/۸۹l	۲/۱۸j
کوکوپیت	۱۰۰	۲/۷۱k	۰/۸۹h	۹۲j	۲/۰۷e	۱/۸۴l
کوکوپیت۲۵٪+پرلایت۷۵٪	۱۰۰	۳/۲۸h	۰/۹۴b	۸۵k	۱/۹۱f	۲/۷۲f
کوکوپیت۷۵٪+پرلایت۲۵٪	۱۰۰	۳/۶۸f	۰/۹۶fg	۱۰۹f	۱/۶۷h	۲/۳۷hi
پرلایت	۱۰۰	۲/۶۲l	۰/۷۰l	۷۸l	۲/۱۴d	۳/۰۰d
پیت۵۰٪+ پومایس۵۰٪	۱۰۰	۴/۶۶b	۱/۲۶b	۱۱۵f	۱/۱۸k	۱/۴۲m
ماسه	۱۰۰	۲/۷۴k	۰/۷۵k	۱۰۷gf	۱/۹۱l	۲/۸۲e
کوکوپیت	۱۵۰	۲/۴۲m	۰/۸۹h	۸۹j	۳/۱۲b	۲/۱۵j
کوکوپیت۲۵٪+پرلایت۷۵٪	۱۵۰	۲/۹۹bc	۰/۸۶hi	۷۹l	۲/۳۸c	۳/۱۴c
کوکوپیت۷۵٪+پرلایت۲۵٪	۱۵۰	۳/۱۱i	۸۱/۰j	۶۷c	۲/۱۷d	۳/۰۵d
پرلایت	۱۵۰	۲/۳۴n	۰/۶۴m	۷۴m	۳/۴۳a	۳/۵۴a
پیت۵۰٪+ پومایس۵۰٪	۱۵۰	۴/۰۸d	۱/۱۰e	۱۰۶gh	۲/۰۲e	۲/۳۲n
ماسه	۱۵۰	۲/۴۳m	۰/۶۷lm	۹۵i	۳/۱۲b	۳/۲۹b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

به‌دست آمد، اما در مورد غلظت کلر، اثر برعکس بود. همچنین، بیشترین (۳/۴۳ درصد وزن خشک) و کمترین (۰/۸۹ درصد وزن خشک) غلظت سدیم به ترتیب در تیمارهای پرلایت و ماسه به‌دست آمد (جدول ۸).

هدایت الکتریکی زیاد در منطقه ریشه‌ها، آب قابل دسترس را کاهش می‌دهد و بدین ترتیب انتقال آب و عناصر غذایی در آوند چوبی کم می‌شود (۲۷). همچنین، هدایت الکتریکی زیاد، مقدار پتاسیم، کلسیم، منیزیم و نیترات برگ را کاهش می‌دهد

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.3.13.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.3.151]

(۱ و ۱۵). لینچ و لوچلی (۲۷) گزارش دادند که غلظت زیاد سدیم در بستر رشد مانع جذب و انتقال کلسیم می‌شود و کمبود کلسیم در رشد گیاهان در بستری با غلظت کم کلسیم یا نسبت Na/Ca زیاد تشدید می‌شود. این نتایج با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. تورهان و اریس (۴۶) گزارش دادند که با افزایش شوری، غلظت کلسیم در بخش‌های هوایی توت‌فرنگی کاهش می‌یابد. طباطبایی (۴۵) گزارش کرد که افزایش شوری در منطقه ریشه گیاه زیتون منجر به کاهش معنی‌داری در غلظت پتاسیم و نسبت K/Na بافت‌های گیاهی گردید که عملکرد پتاسیم را در بافت‌های گیاهی دچار اختلال نمود. کایا و همکاران (۲۳) نیز گزارش دادند که بین سدیم و پتاسیم رقابت وجود دارد که سبب کاهش پتاسیم در غلظت‌های زیاد NaCl و نشت پتاسیم در گیاه خیار می‌گردد. همچنین، افزایش شوری سبب افزایش غلظت سدیم در بافت گیاه توت‌فرنگی گردید (۲۲ و ۴۶).

به‌طور کلی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی بسترها بر جذب عناصر غذایی توسط گیاه مؤثر می‌باشد، به طوری که pH زیاد به همراه EC زیاد سبب کاهش جذب نیتروژن و پتاسیم در گیاه توت‌فرنگی گردید، ولی جذب سدیم و کلر افزایش یافت (۲۱). این نتایج با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. همچنین، در بسترهایی که قدرت نگهداری آب بیشتری دارند، بافت گیاه مقدار کلسیم بیشتری را دریافت می‌کند (۵). در آزمایشی که توسط پرز- مورسیا و همکاران (۳۸) روی گوجه‌فرنگی انجام گرفت مشخص گردید که میوه‌های مربوط به بسترهای آلی خصوصیات کمی و کیفی بهتری نسبت به بسترهای معدنی دارند. آنها در مقایسه بسترهای آلی و معدنی نتیجه گرفتند که بسترهای آلی باعث افزایش مقادیر کلسیم و کاهش آهن میوه‌ها می‌شوند.

نتیجه‌گیری

از نتایج به‌دست آمده در این آزمایش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که بسترهای مختلف کشت و تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات رشدی، مقدار جذب عناصر و عملکرد کلم بروکلی داشت، به طوری که استفاده از بسترهای کشت مناسب می‌تواند تا حدودی اثر تنش شوری را کنترل کند. اگرچه کلم بروکلی در بستر پرلیت رشد مناسبی نداشت ولی این بستر باعث گل‌دهی زود هنگام آن شد. در این آزمایش، اعمال تیمار شوری علاوه بر کاهش وزن سر، کیفیت محصول کلم بروکلی را نیز کاهش داد. با توجه به نتایج، چه در شرایط شور و چه در شرایط غیر شور، بستر ۵۰٪ پیت + ۵۰ ٪ پومایس به عنوان بستری مناسب برای تولید کلم بروکلی توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. امامی، ع. ۱۳۷۲. روش‌های آنالیز گیاهان. تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۹۸۲.

۲. بخشنده، ا. م. و ع. پاکیزه. ۱۳۷۹. ارزیابی اثر شوری بر رشد و عملکرد سه رقم جو. مجله علوم کشاورزی ۲: ۱۶۱-۱۷۳.

۳. پاداشت دهکایی، م. و م. غلامی. ۱۳۸۸. تأثیر بسترهای کشت مختلف در رشد گیاه گلدانی دراسنا (*Dracaena marginata* Ait.) و پافیلی (*Beaucarnea recurvata* Lem.). مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲۵(۱): ۶۳-۷۵.

۴. حسندخت، م. ر. ۱۳۸۴. مدیریت گلخانه. انتشارات سلسله، قم.

۵. حسنلوی دیلمقانی، م. ر. و س. همتی. ۱۳۹۰. اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان عناصر غذایی، عملکرد و خصوصیات کیفی توت فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۲(۷): ۱-۷.

۶. رونقی، ع. م. و م. مفتون. ۱۳۸۵. هیدروپونیک (آب‌کشت). انتشارات دانشگاه شیراز.

۷. شکوهیان، ع. ا. ۱۳۸۴. پرورش خیارهای گلخانه‌ای در خاک و محیط‌های کشت بدون خاک. مؤسسه فرهنگی انتشارات یاوریان،

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.3.13.6]

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.3.151]

تهران.

۸. صابری، ز. ۱۳۸۴. کاربرد زئولیت، میکا و بعضی مواد بی‌اثر به عنوان بستر رشد گوجه‌فرنگی به روش هیدروپونیک. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۹. ملافیلابی، ع.، ع. کوچکی، پ. رضوانی مقدم و م. نصیری محلاتی. ۱۳۹۲. مقایسه و بررسی اثر تراکم و وزن بنه بر عملکرد و اجزاء عملکرد زعفران در بسترهای خاکی و هیدروپونیک در تونل پلاستیکی. نشریه زراعت و فناوری زعفران ۱(۲): ۱۴-۲۸

10. Abdul-Qados, A.M.S. 2011. Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.). J. Saudi Soc. Agric. Sci. 10: 7-15.
11. Antolin, M.C., J. Yoller and M. Sanchez-Diaz. 1995. Effects of temporary drought on nitrate-fed and nitrogen-fixing alfalfa plants. Plant Sci. 107: 159-165.
12. Arenas, M., C.S. Vavrina, J.A. Cornell, E.A. Hanlon and G.J. Hochmuth. 2002. Coir as an alternative to peat in media for tomato transplant production. HortSci. 37(2): 123-131.
13. Ashraf, M. and T. McNeilly. 1990. Responses of four brassica species to sodium chloride. Exp. Bot. 30: 475-487.
14. Cantliffe, D., N. Shaw, E. Jovicich, J.C. Rodriguez, I. Secker and Z. Karchi. 2001. Passive ventilated high-roof greenhouse production of vegetables in a humid mild winter climate. Acta Hort. 559: 515-520.
15. Cuartero, J. and R. Fernandez-Munoz. 1999. Tomato and salinity. Sci. Hort. 78(4): 83-125.
16. Davoodifar, M., D. Habibi and F. Davoodifar. 2012. Effects of salinity stress on membrane stability, chlorophyll content and yield components of wheat inoculated with plant growth promoting bacteria and humic acid. Iranian J. Agric. Breed. 8(2): 71-86.
17. De Kreij, C. and G.J.L. van Leeuwen. 2001. Growth of pot plants in treated coir dust as compared to peat. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 32: 2255-2265.
18. Djedidi. M., D. Gerasopoulos and E. Maloupa. 1999. The effect of different substrates on the quality of F. Carmella tomatoes (*Lycopersicom esculentum* Mill.) grown under protection in a hydroponics system. Cahier Option Mediterranean's J. 31: 379-383.
19. Francois, L.E. 1994. Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. Crop Sci. 86(2): 233-234.
20. Ghoulam, C. and K. Fares. 2001. Effect of salinity on seed germination and seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Sci. Technol. 29(2): 357-364.
21. Hancock, J.F. 1999. Strawberries. CABI Publishing, pp. 190-212.
22. Kaya, C., A.L. Tuna, M. Ashraf and H. Altunlu. 2006. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. Environ. Exp. Bot. 6(3): 397-403.
23. Kaya, C., D. Higgs, K. Saltali and O. Gezerel. 2002. Response of strawberry grown at high salinity and alkalinity to supplementary potassium. J. Plant Nutr. 25: 1415-1427.
24. Kaya, M.D. and A. Ipek. 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Tur. J. Agric. 27: 221-227.
25. Kaya, C., D. Higgs and H. Kirnak. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulg. J. Plant Physiol. 27(3-4): 47-59.
26. Lopez-Berenguer, C., M. Carvajal, C. Garcéa-Viguera and C.F. Alcaraz. 2007. Nitrogen, phosphorus, and sulfur nutrition in broccoli plants grown under salinity. J. Plant Nutr. 30(11): 1855-1870.
27. Lynch, J. and A. Lauchli. 1985. Salt stress disturbs the Ca nutrition of barely. New Phytol. 99(3): 345-354.
28. Magan, J.J., E. Casas, M. Gallardo, R.B. Thompson and P. Lorenzo. 2003. Effects of increasing salinity on fruit development and growth of tomato grown in soilless culture. Acta Hort. 609: 235-239.
29. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed., Academic Press, New York.
30. Mercurio, G. 2007. Cut rose cultivation around the world. Aesse stampa, Benevento, Italy, 254 p.
31. Miceli, A., A. Moncada and F. D'Anna. 2003. Effect of salt stress in lettuce cultivation. Acta Hort. 609: 371-375.
32. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell Environ. 25(2): 239-250.
33. Mwazi, F.N., M. Mpadhi and F.S. Mubiana. 2010. Effects of saline water on the growth performance of cabbage (*Brassica oleracea* l.) grown in a hydroponic floating system along the cost of Namibia. AGRICOLA 20: 11-13.
34. Noguera, P., M. Abad, V. Noguera, R. Puchades and A. Maquieira. 2000. Coconut coir waste, a new and viable ecologically friendly peat substitute. Acta Hort. 517: 279-286.
35. Noori Roudsari, O., Gh. Peyvast, A.R. Alimousavi, P. Ramezani Kharazi and J.A. Olfati. 2008. Feasibility decrease use of fertilizer on greenhouse cucumber production in soilless culture. Biosci., Biotechnol. Res. Asia 5(2): 593-600.
36. Olympios, C.M. 1995. Overview of soilless culture: Advantages, constraints and perspectives for its use in Mediterranean countries. Ciheam-Options Mediterraneennes. 31: 307-324.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.3.13.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.3.151]

37. Padem, H. and R. Alan, 1994. The effect of some substrate on yield and chemical composition of pepper under greenhouse condition. Acta Hort. 366: 321-326.
38. Perez-Murcia, M.D., R. Moral, J. Moreno-Caselles, A. Perez-Espinosa and C. Paredes. 2006. Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. Bioresour. Technol. 97: 123-130.
39. Qasim, M., M. Ashraf, M.Y. Ashraf, S.U. Rehman and E.S. Rha. 2003. Salt-induced changes in two canola cultivars differing in salt tolerance. Biol. Plant. 46(4): 629-632.
40. Rahimi, A. and A. Biglarifard. 2011. Influence of NaCl salinity and different substracts on plant growth, mineral nutrient assimilation and fruit yield of strawberry. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 39: 219-226.
41. Samartzidis, C., T. Awada, E. Maloupa, K. Radoglou and H.I.A. Constantinidou. 2005. Rose productivity and physiological responses to different substrates for soilless culture. Sci. Hort .106: 203-212.
42. Sato, S., S. Sakaguchi, H. Furukawa and H. Ikeda. 2006. Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on fruit characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Sci. Hort. 109(3): 248-253.
43. Savithri, P. and H.H. Khan. 1993. Characteristics of coconut coir peat and its utilization in agriculture. J. Plant Breed. Crop Sci. 22: 1-18.
44. Shannon, M.C. and C.M. Grieve. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. Sci. Hort. 78(2): 5-38.
45. Tabatabaei, S.J. 2006. Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive (*Olea europea* L.) trees. Sci. Hort. 108(4):432-438.
46. Turhan, E. and A. Eris. 2004. Effects of sodium chloride applications and different growth media on ionic composition in strawberry plant. J. Plant Nutr. 27(9): 1653-1665.
47. United States Department of Agriculture (USDA), Census of agricultural, Summary and State Reports. 2007. Volume 1. Complete Report, Census publication. Geographic Area Series. Part 51.
48. Verdonck, O. and R. Gabriels. 1992. Reference method for the determination of physical properties of plant substrates. Acta Hort. 302: 169-179.
49. Verdonck, O., D. De Vleeschauwer and M. De Boodt. 1982. The influence of the substrate to plant growth. Acta Hort. 126: 251-258.
50. Yeo, A.R., S.A. Flowers, G. Rao, K. Welfare, N. Senanayake and T.J. Flowers. 1999. Silicon reduces sodium uptake in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions and this is accounted for a reduction in the transpirational bypass flow. Plant Cell Environ. 22: 559-565.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1394.6.3.13.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.6.3.151]